

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**



⑪ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 198 43 570 A 1**

⑨ Int. Cl.⁷:
F 02 M 51/06
F 02 M 47/06

⑲ Aktenzeichen: 198 43 570.3
⑳ Anmeldetag: 23. 9. 1998
㉑ Offenlegungstag: 30. 3. 2000

DE 198 43 570 A 1

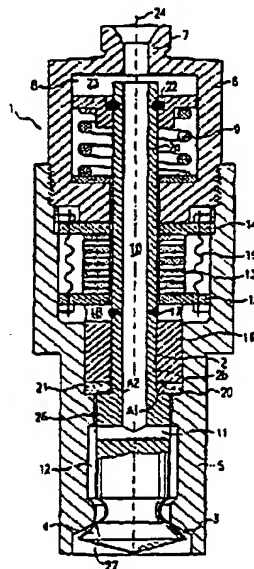
㉒ Anmelder:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

㉓ Erfinder:
Boecking, Friedrich, 70499 Stuttgart, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

㉔ **Brennstoffeinspritzventil**

㉕ Ein Brennstoffeinspritzventil (1), insbesondere ein Einspritzventil für Brennstoffeinspritzanlagen von Brennkraftmaschinen, weist einen piezoelektrischen oder magnetostriktiven Aktor (13) auf. Der Aktor (13) betätigt mittels einer Ventilnadel (2) einen Ventilschließkörper (3), der mit einer Ventilsitzfläche (27) zu einem Dichtsitz zusammenwirkt. Eine Brennstoffleitung (8, 10, 11, 12) führt von einem Brennstoffeinfußstutzen (7) zu dem Dichtsitz. Der Aktor (13) ist rohrförmig ausgebildet und umschließt zumindest abschnittsweise die Brennstoffleitung (8, 10, 11, 12).



DE 198 43 570 A 1

DE 198 43 570 A 1

1

Beschreibung

Die Erfindung geht aus von einem Brennstoffeinspritzventil nach der Gattung des Anspruchs 1.

Aus der DE 195 00 706 A1 ist bereits ein Brennstoffeinspritzventil nach der Gattung des Anspruchs 1 bekannt. Bei dem aus dieser Druckschrift hervorgehenden Brennstoffeinspritzventil bildet ein Ventilschließkörper zusammen mit einer Ventilsitzfläche einen Dichtsitz. Das Brennstoffeinspritzventil ist alternativ entweder als nach außen öffnendes Brennstoffeinspritzventil oder als nach innen öffnendes Brennstoffeinspritzventil ausgebildet. Der Ventilschließkörper ist einteilig mit einer Ventilnadel verbunden, die mittels eines piezoelektrischen Aktors betätigbar ist. Piezoelektrische Aktoren haben einen nur relativ geringen Betätigungshub. In dieser Druckschrift wird daher vorgeschlagen, zwischen dem piezoelektrischen Aktor und der Ventilnadel eine hydraulische Übersetzungseinrichtung anzuvordnen, die den von dem Aktor ausgeübten Betätigungshub vergrößert.

Nachteilig ist bei diesem bekannten Brennstoffeinspritzventil die relativ aufwendige und hinsichtlich der Kompaktheit nicht optimierte Bauform. Ferner ist nachteilig, daß für die hydraulische Übersetzungseinrichtung ein spezielles hydraulisches Medium Verwendung findet, das aufgrund von Leckage-Verlusten sich im Laufe der Zeit verflüchtigt, was die Betätigung und die Lebensdauer des Brennstoffeinspritzventils beeinträchtigen kann.

Ein Brennstoffeinspritzventil mit einem piezoelektrischen Aktor in einer anderen Bauweise ist aus der DE 43 06 073 C1 bekannt. Aber auch diese Bauform ist wenig kompakt und benötigt ein relativ großes Bauvolumen. Bei dem aus dieser Druckschrift hervorgehenden Brennstoffeinspritzventil ist ebenfalls eine hydraulische Übersetzungseinrichtung vorgesehen, um den relativ geringen Hub des piezoelektrischen Aktors zu einem größeren Hub der Ventilnadel zu transformieren. Zur Kompression des hydraulischen Mediums der Übersetzungseinrichtung und zum Ausgleich von Leckage-Verlusten dient ein spezieller Druckspeicher, beispielsweise in Form eines extern vorgesehenen Druckreservoirs. Dies erfordert einen zusätzlichen Anschluß für dieses Druckreservoir oder andere Maßnahmen zur Realisierung des Druckspeichers.

Die bisher bekannten Brennstoffeinspritzventile mit piezoelektrischen Aktoren dienen hauptsächlich zum Einspritzen von Brennstoff in eine selbstzündende Brennkraftmaschine, insbesondere zum Einspritzen von Dieseldieselmotoren. Die dabei auftretenden Betriebsdrücke sind relativ hoch und verhinderten bislang eine kompaktere platzsparende Bauweise.

Vorteile der Erfindung

Das erfindungsgemäße Brennstoffeinspritzventil mit den Merkmalen des Anspruchs 1 hat demgegenüber den Vorteil, daß sich aufgrund der Führung der Brennstoffleitung durch den rohrförmig ausgebildeten Aktor hindurch eine äußerst kompakte Bauweise ergibt. Während der Brennstoff bei den bekannten Brennstoffeinspritzventilen seitlich an dem Aktor vorbeigeführt wird, was zu einer breiteren Bauform führt, oder stromabwärts des Aktors zugeführt wird, was für den Anschluß der Brennstoffleitung in der Regel ungünstig ist, ergibt sich mittels der erfindungsgemäßen Ausbildung eine zentral geführte Brennstoffleitung mit der Möglichkeit, den Brennstoffeinspritzventil an dem dem Ventilschließkörper gegenüberliegenden Ende des Brennstoffeinspritzventils vorzusehen. Das Gehäuse kann mit relativ geringer Wandstärke ausgebildet werden, da die Brennstoffleitung nicht wie beim Stand der Technik in dem Gehäuse seitlich an dem

2

Aktor vorbeigeführt werden muß.

Durch die kompakte Bauweise ergeben sich ferner kurze Ansaugwege für den Brennstoff, so daß Kavitationsprobleme vermieden werden.

5 Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen des im Anspruch 1 angegebenen Brennstoffeinspritzventils möglich.

In vorteilhafter Weise erstreckt sich die Ventilnadel durch den rohrförmigen Aktor hindurch, wobei eine axiale Längsöffnung der Ventilnadel einen Abschnitt der Brennstoffleitung bildet. Die Ventilnadel übernimmt dabei sowohl die Funktion der Betätigung des Ventilschließkörpers als auch die Funktion der Brennstoffleitung.

Es ist besonders vorteilhaft, die Ventilnadel zweiteilig auszubilden und mittels einer Schweißnaht oder eines Kupplungsstücks zu verbinden. Auf diese Weise kann ein abspritzseitiger Ventilnadelabschnitt abspritzseitig in das Brennstoffeinspritzventil und ein zulaufseitiger Ventilnadelabschnitt zulaufseitig in das Brennstoffeinspritzventil eingesetzt werden, wobei die beiden Ventilnadelabschnitte anschließend miteinander verbunden werden. Dabei kann ein Flansch, welcher der Abstützung einer Rückstellfeder dient, an dem zulaufseitigen Ventilnadelabschnitt bereits vormontiert werden.

25 Vorteilhaft ist der Aktor von einem Vorspannelement radial umgeben. Gegenüber der beim Stand der Technik üblichen axialen Anordnung des Vorspannelements ergibt sich durch diese Maßnahme eine kompaktere Bauweise.

Es ist besonders vorteilhaft, als hydraulisches Medium für die Übersetzungseinrichtung den in der Brennstoffleitung geführten Brennstoff zu verwenden. Ein spezielles, hydraulisches Medium, beispielsweise Öl, ist für die Übersetzungseinrichtung dann nicht erforderlich. Eventuelle Leckage-Verluste werden durch einen automatischen Nachfüllvorgang ausgeglichen. Außerdem besteht nicht die Gefahr einer Verunreinigung des Brennstoffs mit einem andersartigen hydraulischen Medium, beispielsweise Hydrauliköl.

Zeichnung

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung vereinfacht dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 einen axialen Schnitt durch ein erstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Brennstoffeinspritzventils;

45 Fig. 2 einen axialen Schnitt durch ein zweites Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Brennstoffeinspritzventils und

50 Fig. 3 den Ausschnitt III in Fig. 2.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

Fig. 1 zeigt in einer axialen Schnittdarstellung ein erfindungsgemäßes Brennstoffeinspritzventil 1. Das Brennstoffeinspritzventil 1 dient insbesondere zum direkten Einspritzen von Brennstoff, insbesondere von Benzin, in einen Brennraum einer gemischverdichtenden, fremdgezündeten Brennkraftmaschine als sogenanntes Benzin-Direkt-Einspritzventil. Das erfindungsgemäße Brennstoffeinspritzventil 1 eignet sich jedoch selbstverständlich auch für andere Anwendungsfälle.

Das Brennstoffeinspritzventil 1 weist einen mittels einer Ventilnadel 2 betätigbaren Ventilschließkörper 3 auf. Die Ventilnadel 2 gliedert sich in einen zulaufseitigen Ventilnadelabschnitt 2a und einen abspritzseitigen Ventilnadelabschnitt 2b. Der Ventilschließkörper 3 ist im Ausführungsbeispiel mit dem abspritzseitigen Ventilnadelabschnitt 2b ein-

DE 198 43 570 A 1

3

teilig ausgebildet. Das in Fig. 1 dargestellte Brennstoffeinspritzventil ist ein nach außen öffnendes Brennstoffeinspritzventil 1. Der Ventilschließkörper 3 weist einen kegelförmigen, sich in Abspritzrichtung erweiternden Abschnitt 4 auf. Der Ventilschließkörper 3 wirkt mit einer an einem ersten Gehäusekörper 5 ausgebildeten Ventilsitzfläche 27 zu einem Dichtsitz zusammen.

Die Zuführung des Brennstoffs erfolgt über einen in einem zweiten Gehäusekörper 6 ausgebildeten Brennstoffeinspritzstutzen 7. Der Brennstoff strömt über eine in dem zweiten Gehäusekörper 6 zur Aufnahme einer Rückstellfeder 9 vorgesehene Kammer 8 in den rohrförmig ausgebildeten zulaufseitigen Ventilmadelabschnitt 2a. Der zulaufseitige Ventilmadelabschnitt 2a und der abspritzseitige Ventilmadelabschnitt 2b weisen eine Längsöffnung 10 auf, wobei sich die Längsöffnung 10 über die gesamte axiale Längserstreckung des zulaufseitigen Ventilmadelabschnitts 2a und nur abschnittsweise axial in dem abspritzseitigen Ventilmadelabschnitt 2b erstreckt. An die Längsöffnung 10 schließt sich eine Radialbohrung 11 an, die die Längsöffnung 10 mit einer Ausnehmung 12 in dem ersten Gehäusekörper 5 verbindet. Die Ventilmadel 2 bildet daher einen Abschnitt einer von dem Brennstoffeinspritzstutzen 7 zu dem von dem Ventilschließkörper 3 und der Ventilsitzfläche 27 gebildeten Dichtsitz führenden Brennstoffleitung. Der Brennstoff strömt in der Ausnehmung 12 von der Radialbohrung 11 der Ventilmadel 2 bis zu dem von dem Ventilschließkörper 3 und der Ventilsitzfläche 27 gebildeten Dichtsitz und wird dort bei Betätigung des Brennstoffeinspritzventils 1 abgespritzt.

Zur Betätigung des Brennstoffeinspritzventils 1 dient ein erfindungsgemäß rohrförmig ausgebildeter Aktor 13. Der Aktor 13 umschließt den zulaufseitigen Ventilmadelabschnitt 2a und somit einen in der Ventilmadel 2 geführten Abschnitt der Brennstoffleitung. Der rohrförmige Aktor 13 besteht aus mehreren gestapelt angeordneten piezoelektrischen Keramikplättchen, die jeweils mit Elektroden versehen sind, um die einzelnen Keramikplättchen des Aktors 13 mit einer elektrischen Spannung zu beaufschlagen. Bei Beaufschlagung mit einer elektrischen Spannung dehnt sich der Aktor 13 aus. Der Aktor 13 stößt sich dabei über einen ersten Flansch 14 an dem zweiten Gehäusekörper 6 ab und wirkt über einen zweiten Flansch 15 auf einen Übersetzerkolben 16 ein. Der zulaufseitige Ventilmadelabschnitt 2a und der abspritzseitige Ventilmadelabschnitt 2b sind im Ausführungsbeispiel durch eine Schweißnaht 17 miteinander verbunden. Damit die Schweißnaht 17 bei der Montage für ein Schweißwerkzeug zugänglich ist, weist der Übersetzerkolben 16 mehrere umfänglich verteilt angeordnete Radialbohrungen 18 auf.

Der Aktor 13 wird radial von einem Vorspannelement 19 umgeben, das im Ausführungsbeispiel als gewelltes Zugfederband ausgebildet ist. Das Vorspannelement 19 ist zwischen dem ersten Flansch 14 und dem zweiten Flansch 15 eingespannt und erzeugt eine axiale Vorspannung für den Aktor 13.

Beim Betätigen des Aktors 13 dehnt sich der Aktor 13 aus und verschiebt über den zweiten Flansch 15 den Übersetzerkolben 16 in Richtung auf den Ventilschließkörper 3 in Fig. 1 nach unten. Der Übersetzerkolben 16 und die Ventilmadel 2 wirken über eine Übersetzungseinrichtung 20 zusammen. Die Übersetzungseinrichtung 20 besteht aus einer mit einem hydraulischen Medium gefüllten Übersetzerkammer 21, an welche der Übersetzerkolben 16 mit einer ersten Fläche A1 und die Ventilmadel 2 mit einer zweiten Fläche A2 angrenzen. Dabei ist die zweite Fläche A2 der Ventilmadel 2 kleiner als die erste Fläche A1 des Übersetzerkolbens 16. Das bei einer Verschiebung des Übersetzerkolbens 16 verdrängte hydraulische Medium führt daher zu einer Verschiebung der

4

Ventilmadel 2 in Richtung auf den Ventilschließkörper 3 in Fig. 1 nach unten, wobei der Hub der Ventilmadel 2 gegenüber dem Betätigungshub des Übersetzerkolbens 16 aufgrund des Verhältnisses der Flächen A1 und A2 größer ist. Auf diese Weise läßt sich ein befriedigender Ventilhub erzielen. Nach Abschalten der den Aktor 13 betätigenden elektrischen Spannung zieht sich der Aktor 13 wieder zusammen bzw. wird durch das Vorspannelement 19 zusammengepreßt. Die Ventilmadel 2 wird deshalb nicht weiter mit einer in Öffnungsrichtung wirkenden Betätigungskraft beaufschlagt und die zwischen dem zweiten Gehäusekörper 6 und einem über eine Schweißnaht 22 mit der Ventilmadel 2 verbundenen Flansch 23 eingespannte Rückstellfeder 9 verschiebt die Ventilmadel 2 und den Ventilschließkörper 3 in Fig. 1 nach oben in die Schließstellung des Brennstoffeinspritzventils 1 zurück.

Das erfindungsgemäße Brennstoffeinspritzventil 1 zeichnet sich durch eine äußerst kompakte Bauweise aus. Die Führung der Brennstoffleitung erfolgt im Bereich des Aktors 13 konzentrisch zu der Längsachse 24 durch den rohrförmig ausgebildeten Aktor 13 hindurch. Es ist daher nicht erforderlich, in den Gehäusekörpern 5 und 6, wie beim Stand der Technik üblich, die Brennstoffleitung zu integrieren, so daß sich insgesamt eine schlankere und kompaktere Bauweise ergibt.

Zwar ist die von dem rohrförmigen Aktor 13 ausgeübte Betätigungskraft vergleichsweise geringer als bei einem Aktor mit nicht zentral durchbohrten Keramikplättchen, jedoch sind die bei Brennstoffeinspritzventilen zum direkten Einspritzen von Brennstoff in den Brennraum einer gemischverdichtenden, fremdgezündeten Brennkraftmaschine, insbesondere sogenannten Benzin-Direkt-Einspritzventilen, auftretenden Brennstoffdrücke geringer als bei Brennstoffeinspritzventilen für selbstzündende Brennkraftmaschinen, beispielsweise Diesel-Einspritzventilen. Entsprechend ist die erforderliche Betätigungskraft vergleichsweise geringer, so daß die von dem rohrförmigen Aktor 13 ausgeübte Betätigungskraft zumindest für diesen bevorzugten Anwendungsfall vollkommen ausreichend ist.

Als hydraulisches Medium für die Übersetzungseinrichtung 20 kommt vorteilhaft der in dem Brennstoffeinspritzventil 1 geführte Brennstoff zum Einsatz. Dies hat den Vorteil, daß ein spezielles hydraulisches Medium, beispielsweise Hydrauliköl, nicht erforderlich ist und den Brennstoff nicht verunreinigen kann. Über Leckage-Verluste entweichendes hydraulisches Medium kann automatisch nachgefüllt werden. Im Ausführungsbeispiel erfolgt die Nachfüllung quasi-statisch über einen Führungsspalt 26 zwischen der Ventilmadel 2 und dem ersten Gehäusekörper 5. Der Führungsspalt 26 ist dabei jedoch so eng zu bemessen, daß bei der Betätigung des Brennstoffeinspritzventils 1 das sich in der Übersetzerkammer 21 befindliche hydraulische Medium über den Führungsspalt 26 nicht oder nur praktisch vernachlässigbar entweichen kann.

Fig. 2 zeigt in einem Längsschnitt ein zweites Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Brennstoffeinspritzventils 1. Bei dem in Fig. 2 dargestellten Ausführungsbeispiel handelt es sich im Unterschied zu dem in Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel um ein nach innen öffnendes Brennstoffeinspritzventil 1. Bereits beschriebene Elemente sind mit übereinstimmenden Bezugszeichen versehen, um die Zuordnung zu erleichtern. Auf eine wiederholende Beschreibung wird insoweit verzichtet.

Auch bei diesem Ausführungsbeispiel ist die Ventilmadel 2 zweiteilig aus einem zulaufseitigen Ventilmadelabschnitt 2a und einem abspritzseitigen Ventilmadelabschnitt 2b zusammengesetzt. An dem abspritzseitigen Ventilmadelabschnitt 2b ist im Ausführungsbeispiel einstückig der Ventil-

DE 198 43 570 A 1

5

schließkörper 3 angeformt. Der Ventilschließkörper 3 weist einen zylinderförmigen Abschnitt 40 auf, an welchem zur besseren umfänglichen Verteilung des Brennstoffs wenigstens eine Drallnut 41 vorgesehen ist. An den zylinderförmigen Abschnitt 40 schließt sich in Strömungsrichtung ein kegelförmiger Abschnitt 42 des Ventilschließkörpers 3 an, der mit einer an einem Düsenkörper 43 ausgebildeten Ventilsitzfläche 27 zu einem Dichtsitz zusammenwirkt. Bei Betätigung des Brennstoffeinspritzventils 1 hebt der Ventilschließkörper 3 von der Ventilsitzfläche 27 in Fig. 2 nach oben ab und gibt eine Abspritzöffnung 45 frei. Der Düsenkörper 43 ist mittels einer Spannmutter 46, welche über ein Gewinde 47 mit dem Gehäusekörper 6 verschraubt ist, gegen eine Zwischenscheibe 48 gespannt.

Der Zufluß des Brennstoffs erfolgt über einen in einem Zulaufabschnitt 49 vorgesehenen Brennstoffeinlaßstutzen 7. Der Brennstoff strömt weiter in die Kammer 8 zur Aufnahme der Rückstellfeder 9 für die Ventilnadel 2. Die Rückstellfeder 9 ist zwischen dem in den Gehäusekörper 6 über ein Gewinde 50 einschraubbaren Zulaufabschnitt 49 und einem mit der Ventilnadel 2 fest verbundenen Flansch 23 eingespannt und spannt die Ventilnadel 2 und den Ventilschließkörper 3 gegen die Ventilsitzfläche 27 in Schließrichtung des Brennstoffeinspritzventils 1 vor. Auch bei diesem Ausführungsbeispiel weist die Ventilnadel 2 eine Längsöffnung 10 auf, die einen Abschnitt der Brennstoffleitung bildet. Über Radialbohrungen 60 strömt der Brennstoff in eine Ausnehmung 51 des Düsenkörpers 43 und über die wenigstens eine Drallnut 41 weiter zu dem Dichtsitz.

Auch bei dem in Fig. 2 dargestellten Ausführungsbeispiel ist der Aktor 13 rohrförmig ausgebildet und durch ein Vorspannelement 19 zwischen einem ersten Flansch 14 und einem zweiten Flansch 15 eingespannt. Bei Beaufschlagung des Aktors 13 mit einer elektrischen Spannung dehnt sich dieser aus und verschiebt einen Übersetzerkolben 16 in Fig. 2 nach oben in Richtung auf den Brennstoffeinlaßstutzen 7. Das hydraulische Medium in einer Übersetzerkammer 21 eines hydraulischen Übersetzers 20 wird daher verdrängt und verschiebt den Flansch 23 und somit die Ventilnadel 2 in Fig. 2 nach oben, so daß der Ventilschließkörper 3 von der Ventilsitzfläche 27 abhebt und die Abspritzöffnung 45 freigibt.

Nach Abschalten der den Aktor 13 beaufschlagenden elektrischen Spannung zieht sich dieser wieder zusammen bzw. wird von dem den Aktor 13 umgebenden Vorspannelement 19 zusammengedrückt, und die Ventilnadel 2 wird durch die Rückstellfeder 9 in Fig. 2 nach unten verschoben, bis der Ventilschließkörper 3 wieder an der Ventilsitzfläche 27 anliegt. Zu betonen ist, daß durch das erfindungsgemäß ausgebildete Brennstoffeinspritzventil 1 sich sowohl beim Öffnen als auch Schließen sehr kurze Schaltzeiten realisieren lassen.

Die Montage des in Fig. 2 dargestellten Brennstoffeinspritzventils 1 erfolgt in der Weise, daß zunächst sämtliche von dem Gehäusekörper 6 aufgenommenen Bauteile vormontiert werden. Schließlich wird der abspritzseitige Ventilnadelabschnitt 2b über ein noch näher zu beschreibendes Kupplungsstück 52 mit dem zulaufseitigen Ventilnadelabschnitt 2a verbunden. Nachfolgend wird der Düsenkörper 43 aufgesetzt und mittels der Spannmutter 46 gespannt.

Die Verbindung des zulaufseitigen Ventilnadelabschnitts 2a mit dem abspritzseitigen Ventilnadelabschnitt 2b ist in Fig. 3 vergrößert dargestellt. Dabei zeigt Fig. 3 den Abschnitt III in Fig. 2.

Wie bereits beschrieben weist der zulaufseitige Ventilnadelabschnitt 2a eine axiale Längsöffnung 10 auf, die über Radialbohrungen 60 ausmündet. Wie aus Fig. 3 besser zu erkennen, münden die Radialbohrungen 60 in Nuten 53 aus,

6.

die jeweils im Angrenzungsbereich zwischen den beiden Ventilnadelabschnitten 2a und 2b ausgebildet sind, um eine bessere radiale Verteilung des Brennstoffs zu gewährleisten. Durch das Kupplungsstück 52 sind Radialbohrungen 54 hindurchgeführt, so daß der Brennstoff leitzlich in die Ausnehmung 51 des Düsenkörpers 43 gelangt.

Zur Verbindung der beiden Ventilnadelabschnitte 2a und 2b weist der zulaufseitige Ventilnadelabschnitt 2a eine erste Nut 55 auf, während der abspritzseitige Ventilnadelabschnitt 2b eine zweite Nut 56 aufweist, die jeweils am äußeren Umfang vorgesehen sind. Das Kupplungsstück 52 hat nach innen vorspringende Rastnasen 57 und 58, die in die Nuten 55 und 56 rastend eingreifen. Somit ist eine Rastverbindung zwischen den beiden Ventilnadelabschnitten 2a und 2b gegeben, der die montagefreundliche Zusammensetzung des Brennstoffeinspritzventils 1 ermöglicht.

Die Erfindung ist nicht auf die dargestellten Ausführungsbeispiele beschränkt. Das Konzept der zentralen Führung der Brennstoffleitung durch den rohrförmig ausgebildeten Aktor 13 hindurch ist auch bei einer Vielzahl baulich anders ausgestalteter Brennstoffeinspritzventile realisierbar. Anstatt des piezoelektrischen Aktors 13 kann auch ein magnetostriktiver Aktor verwendet werden.

Patentansprüche

1. Brennstoffeinspritzventil (1), insbesondere Einspritzventil für Brennstoffeinspritzanlagen von Brennkraftmaschinen, mit einem piezoelektrischen oder magnetostriktiven Aktor (13).
2. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß sich die Ventilnadel (2) durch den rohrförmigen Aktor (13) hindurch erstreckt und eine axiale Längsöffnung (10) aufweist, so daß die Ventilnadel (2) einen Abschnitt der Brennstoffleitung (8, 10, 11, 12, 51, 60) bildet.
3. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Ventilnadel (2) zweiteilig ausgebildet ist und einen zulaufseitigen Ventilnadelabschnitt (2a) sowie einen mit dem Ventilschließkörper (3) verbundenen oder mit diesem einteilig ausgebildeten abspritzseitigen Ventilnadelabschnitt (2b) aufweist.
4. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der zulaufseitige Ventilnadelabschnitt (2a) einen Flansch (23) aufweist, an welchem sich eine Rückstellfeder (9) abstützt.
5. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß der zulaufseitige Ventilnadelabschnitt (2a) und der abspritzseitige Ventilnadelabschnitt (2b) durch eine Schweißnaht (17) miteinander verbunden sind.
6. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem zulaufseitigen Ventilnadelabschnitt (2a) und dem abspritzseitigen Ventilnadelabschnitt (2b) ein Kupplungsstück (52) vorgesehen ist, das eine erste Rastnase (57), die in eine

DE 198 43 570 A 1

7

8

Nut (55) des zulaufseitigen Ventalnadelabschnitts (2a) einrastet, und eine zweite Rastnase (58), die in eine Nut (56) des abspritzseitigen Ventalnadelabschnitts (2b) einrastet, aufweist.

7. Brennstoffeinspritzventil nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Aktor (13) vom einem Vorspannelement (19) radial umgeben ist.

8. Brennstoffeinspritzventil nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem Aktor (13) und der Ventalnadel (2) eine hydraulische Übersetzungseinrichtung (20) vorgesehen ist, auf welche der Aktor (13) über einen Übersetzerkolben (16) einwirkt.

9. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Übersetzungseinrichtung (20) ein hydraulisches Medium aufweist, das über eine erste Fläche (A1) mit dem Übersetzerkolben (16) und über eine gegenüber der ersten Fläche (A1) kleinere zweite Fläche (A2) mit der Ventalnadel (2) in Verbindung steht.

10. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß das hydraulische Medium der Übersetzungseinrichtung (20) in der Brennstoffleitung (8, 10, 11, 12, 51, 60) geführter Brennstoff ist.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

30

35

40

45

50

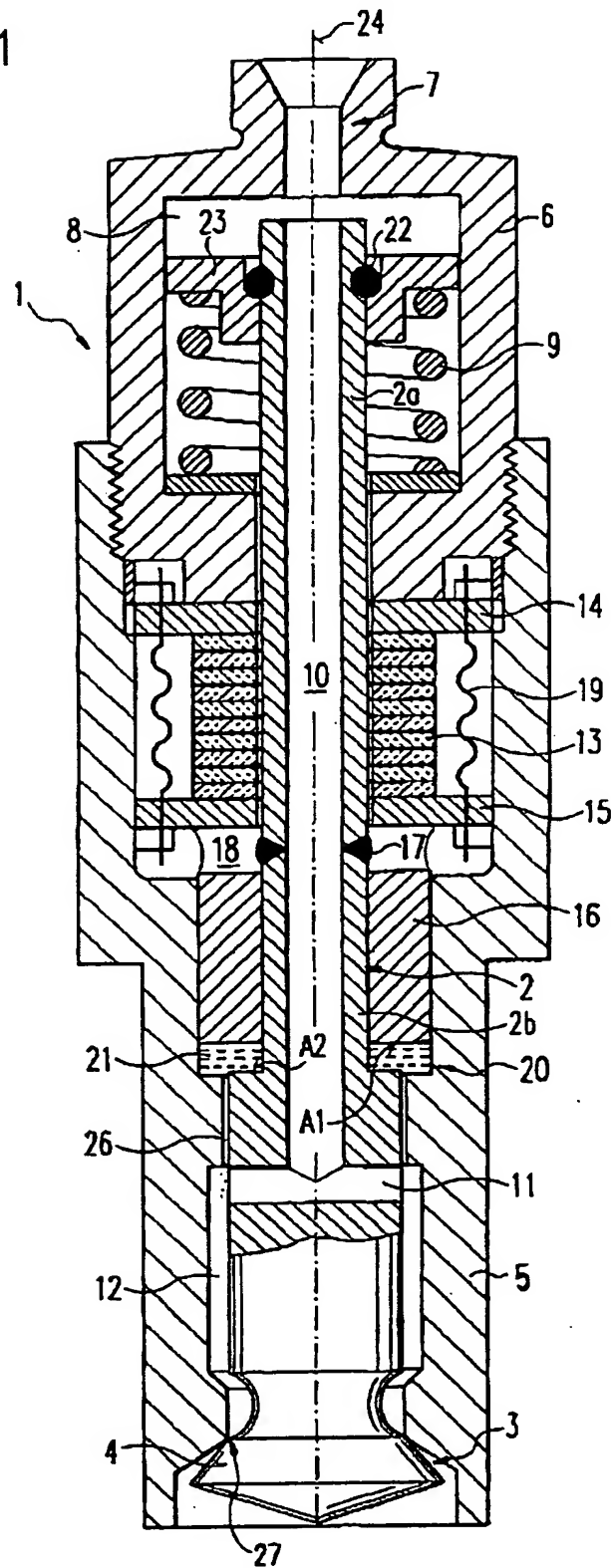
55

60

65

- Leerseite -

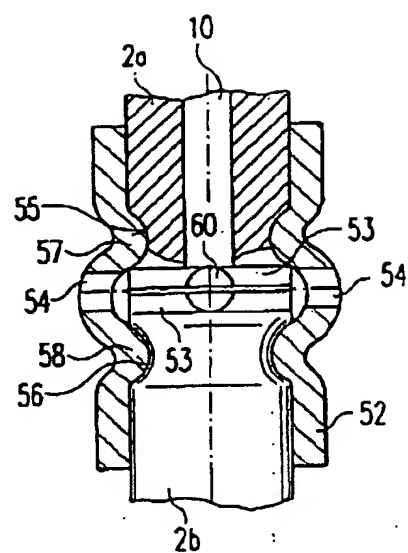
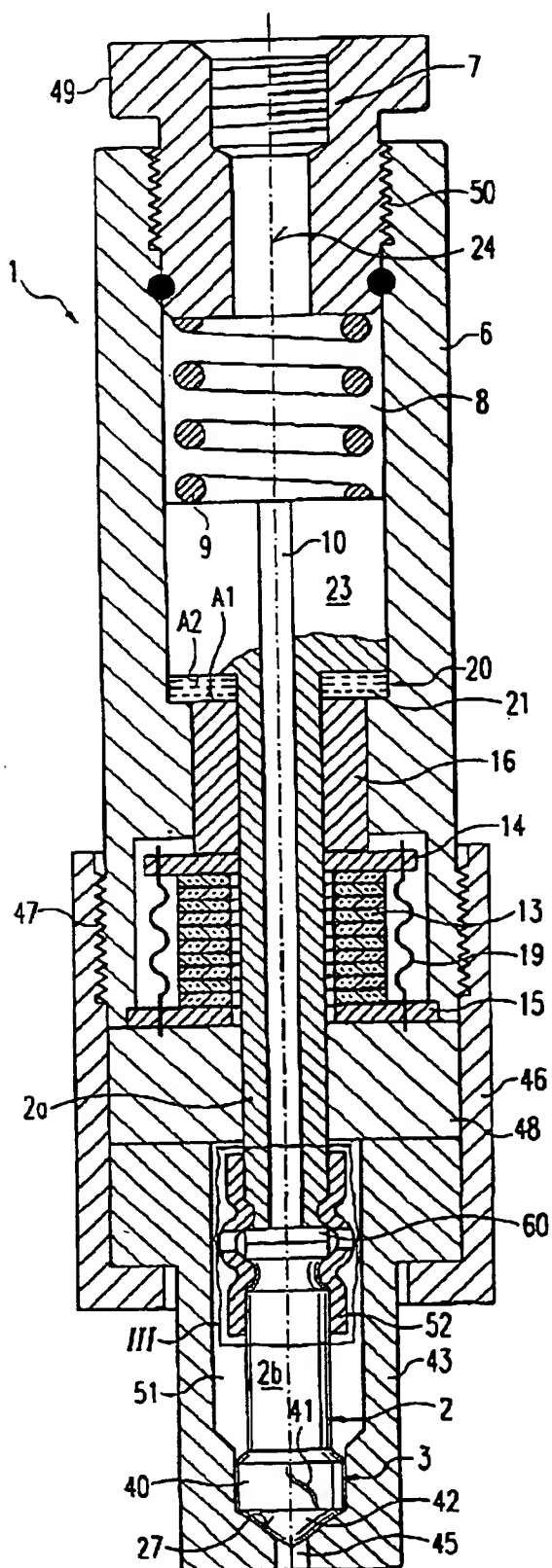
Fig. 1



ZEICHNUNGEN SEITE 2

Nummer:
Int. Cl.?:
Offenlegungstag:

DE 198 43 570 A1
F 02 M 51/06
30. März 2000



DE 198 43 570 A1

Description

The invention is based on a fuel injection valve according to the preamble of claim 1.

A fuel injection valve according to the preamble of claim 1 is already known from DE 195 00 706 A1. In the fuel injection valve disclosed in that specification, a valve closing member and a valve face together form a sealing seat. The fuel injection valve is formed either as an outwardly opening fuel injection valve or as an inwardly opening fuel injection valve. The valve closing member is integrally connected to a valve needle actuable by means of a piezoelectric actuator. Piezoelectric actuators only have a relatively short actuation stroke. In that specification, it is therefore proposed to arrange, between the piezoelectric actuator and the valve needle, a hydraulic conversion device which increases the actuation stroke executed by the actuator.

The disadvantage of this known fuel injection valve is the relatively complex structural form which, from the point of view of compactness, is not optimum. It is further disadvantageous that the hydraulic conversion device uses a special hydraulic medium which, owing to leakage losses, volatilises over the course of time. This can impair the operation and the life of the fuel injection valve.

A differently constructed fuel injection valve with a piezoelectric actuator is known from DE 43 06 073 C1. However, this structural form is also not particularly compact and requires a relatively large installation volume. In the fuel injection valve disclosed in that specification, a hydraulic conversion device is likewise provided for converting the relatively short stroke of the piezoelectric actuator into a

longer stroke of the valve needle. A special pressure accumulator, e.g. in the form of an externally provided pressure reservoir, serves to compress the hydraulic medium of the conversion device and to compensate for leakage losses. This requires an additional connection for the pressure reservoir or other measures for providing the pressure accumulator.

The hitherto known fuel injection valves with piezoelectric actuators are principally used for the injection of fuel into a compression-ignition IC engine, in particular for the injection of diesel fuel. The resulting operating pressures are relatively high and have thus far prevented a more compact, space-saving structure.

Advantages of the invention

In contrast, the fuel injection valve according to the invention with the features of claim 1 has the advantage that an extremely compact structure is achieved by guiding the fuel line through the tubular actuator. Whereas, in the known fuel injection valves, the fuel is fed laterally past the actuator, resulting in a wider structural form, or is supplied downstream of the actuator, which is usually disadvantageous for the connection of the fuel line, the arrangement according to the invention provides a centrally guided fuel line with the possibility of providing the fuel inlet fitting on the end of the fuel injection valve opposite the valve closing member. The housing can have a relatively low wall thickness because the fuel line does not have to be fed laterally past the actuator in the housing, as in the prior art.

Furthermore, the compact structure produces short induction paths for the fuel, thereby avoiding cavitation problems.

Advantageous further developments of the fuel injection valve according to claim 1 are possible by the measures set out in the sub-claims.

The valve needle advantageously extends through the tubular actuator, and an axial longitudinal opening in the valve needle forms a portion of the fuel line. The valve needle takes on the role of actuating the valve closing body and also the role of the fuel line.

It is particularly advantageous if the valve needle is formed in two parts and connected by means of a weld seam or a coupling piece. In this way, a valve needle portion at the injection end can be inserted into the fuel injection valve at the injection end, and a valve needle portion at the inlet end can be inserted into the fuel injection valve at the inlet end, the two valve needle portions subsequently being connected to one another. For this purpose, a flange, which serves to support a restoring spring, is premounted on the valve needle portion at the inlet end.

The actuator is advantageously radially surrounded by a pretensioning element. In contrast to the axial arrangement of the pretensioning element usual in the prior art, this measure provides a more compact structure.

It is particularly advantageous if the fuel conveyed in the fuel line is used as a hydraulic medium for the conversion device. A special hydraulic medium, e.g. oil, is then not required for the conversion device. Any leakage losses are compensated for by an automatic refilling process. Moreover, there is no risk of the fuel becoming contaminated by a different type of hydraulic medium, e.g. hydraulic oil.

Drawings

Embodiments of the invention are shown in simplified form in the drawings and described in further detail in the following description.

Fig. 1 shows an axial section through a first embodiment of a fuel injection valve according to the invention;

Fig. 2 shows an axial section through a second embodiment of a fuel injection valve according to the invention; and

Fig. 3 shows the detail III from fig. 2.

Description of the embodiments

Fig. 1 shows an axial section through a fuel injection valve 1 according to the invention. In particular, the fuel injection valve 1 has the function of directly injecting fuel, in particular petrol, into a combustion chamber of a mixture-compressing, spark-ignition IC engine, as a direct petrol injection valve. However, the fuel injection valve 1 according to the invention is, of course, also suitable for other applications.

The fuel injection valve 1 has a valve closing member 3 actuatable by means of a valve needle 2. The valve needle 2 is divided into a valve needle portion 2a at the inlet end and a valve needle portion 2b at the injection end. In the embodiment, the valve closing member 3 is formed in one piece with the valve needle portion 2b at the injection end. The fuel injection valve shown in fig. 1 is an outwardly opening fuel injection valve 1. The valve closing member 3 has a frusto-conical portion 4 widening in the injection direction. The valve closing member 3 cooperates with a valve face 27, formed on a first housing part 5, to form a sealing seat.

The fuel is supplied via a fuel inlet fitting 7 formed in a second housing part 6. The fuel flows via a chamber 8 into the tubular valve needle portion 2a at the inlet end, the chamber 8 being provided in the second housing part 6 and containing a restoring spring 9. The valve needle portion 2a at the inlet end and the valve needle portion 2b at the injection end have a longitudinal opening 10 extending over the entire axial length of the valve needle portion 2a at the inlet end and extending axially in only part of the valve needle portion 2b at the injection end. The longitudinal opening 10 is adjoined by a radial bore 11 which connects the longitudinal opening 10 to a cavity 12 in the first housing part 5. The valve needle 2 therefore forms a portion of a fuel line leading from the fuel inlet fitting 7 to the sealing seat formed by the valve closing member 3 and the valve face 27. The fuel flows in the cavity 12 from the radial bore 11 of the valve needle 2 as far as the sealing seat, formed by the valve closing member 3 and the valve face 27, where it is injected on actuation of the fuel injection valve 1.

A tubular actuator 13 according to the invention serves to actuate the fuel injection valve 1. The actuator 13 surrounds the valve needle portion 2a at the inlet end and therefore a portion of the fuel line extending through the valve needle 2. The tubular actuator 13 comprises a plurality of stacked piezoelectric ceramic plates each provided with electrodes for applying an electric voltage to the individual ceramic plates of the actuator 13. The actuator 13 expands on application of an electric voltage. As a result, the actuator 13 strikes the second housing part 6 via a first flange 14 and acts on a conversion piston 16 via a second flange 15. The valve needle portion 2a at the inlet end and the valve needle portion 2b at the injection end are connected to one another by a weld seam 17 in the embodiment. So that the weld seam 17 is accessible to a welding tool during assembly, the conversion piston 16 has a plurality of radial bores 18 distributed over the circumference.

The actuator 13 is radially surrounded by a pretensioning element 19 which, in the embodiment, is formed as a corrugated tension spring strip. The pretensioning element 19 is clamped between the first flange 14 and the second flange 15 and generates axial pretension for the actuator 13.

When the actuator 13 is activated, it expands and displaces the conversion piston 16 downwards in fig. 1 towards the valve closing member 3 via the second flange 15. The conversion piston 16 and the valve needle 2 co-operate via a conversion device 20. The conversion device 20 comprises a conversion chamber 21 filled with a hydraulic medium and bounded by a first surface A1 of the conversion piston 16 and by a second surface A2 of the valve needle 2. The second surface A2 of the valve needle 2 is smaller than the first surface A1 of the conversion piston 16. The hydraulic medium displaced during movement of the conversion piston 16 therefore causes displacement of the valve needle 2 downwards in fig. 1 towards the valve closing member 3. The stroke of the valve needle 2 is greater than the actuating stroke of the conversion piston 16 owing to the ratio of the surfaces A1 and A2. A satisfactory valve stroke can be achieved in this manner. After the electric voltage activating the actuator 13 has been switched off, the actuator 13 contracts again, being compressed by the pretensioning element 19. The valve needle 2 is therefore no longer acted upon by an actuating force acting in the opening direction, and the restoring spring 9, clamped between the second housing part 6 and a flange 23 connected to the valve needle 2 by a weld seam 22, displaces the valve needle 2 and the valve closing member 3 upwards in fig. 1 back into the closed position of the fuel injection valve 1.

The fuel injection valve 1 according to the invention is distinguished by an extremely compact structure. In the region of the actuator 13, the

fuel line is guided through the tubular actuator 13 concentrically with the longitudinal axis 24. It is therefore not necessary to incorporate the fuel line into the housing parts 5 and 6, as is usual in the prior art, thus producing an overall slimmer and more compact structure.

Although the actuating force exerted by the tubular actuator 13 is comparatively lower than in an actuator with ceramic plates not centrally bored-through, the fuel pressures arising in fuel injection valves for the direct injection of fuel into the combustion chamber of a mixture-compressing, spark-ignition IC engine, in particular direct petrol injection valves, are lower than in fuel injection valves for compression-ignition IC engines, e.g. diesel injection valves.

Accordingly, the necessary actuation force is comparatively lower, with the result that the actuation force exerted by the tubular actuator 13 is entirely adequate at least for this preferred application.

The fuel conveyed in the fuel injection valve 1 is advantageously used as a hydraulic medium for the conversion device 20. This has the advantage that a special hydraulic medium, e.g. hydraulic oil, is not necessary and cannot contaminate the fuel. Any hydraulic medium lost through leakage can automatically be replaced. In the embodiment, refilling takes place quasi statically via a feed gap 26 between the valve needle 2 and the first housing part 5. However, the feed gap 26 has to be narrow enough so that, during actuation of the fuel injection valve 1, the hydraulic medium in the conversion chamber 21 cannot escape via the feed gap 26 or only negligibly.

Fig. 2 shows a longitudinal section through a second embodiment of a fuel injection valve 1 according to the invention. Unlike the embodiment shown in fig. 1, the embodiment shown in fig. 2 is an inwardly opening fuel injection valve 1. Components already described are provided with

corresponding reference numerals in order to make allocation easier. In this respect, repetition will be avoided.

In this embodiment too, the valve needle 2 is formed in two parts and comprises a valve needle portion 2a at the inlet end and a valve needle portion 2b at the injection end. In the embodiment, the valve closing member 3 is integrally formed on the valve needle portion 2b at the injection end. The valve closing member 3 has a cylindrical portion 40 on which at least one helical groove 41 is provided for better circumferential distribution of the fuel. In the flow direction, the cylindrical portion 40 is adjoined by a conical portion 42 of the valve closing member 3 which co-operates with a valve face 27, formed on a nozzle body 43, to form a sealing seat. On actuation of the fuel injection valve 1, the valve closing member 3 lifts upwards in fig. 2 from the valve face 27 and unblocks an injection opening 45. The nozzle body 43 is clamped against an intermediate plate 48 by means of a clamping nut 46 which is screwed to the housing part 6 by way of a thread 47.

The fuel is supplied via a fuel inlet fitting 7 provided in an infeed portion 49. The fuel flows on into the chamber 8 containing the restoring spring 9 for the valve needle 2. The restoring spring 9 is clamped between the infeed portion 49, which can be screwed into the housing part 6 by way of a thread 50, and a flange 23 fixedly connected to the valve needle 2, and pretensions the valve needle 2 and the valve closing member 3 against the valve face 27 in the closing direction of the fuel injection valve 1. In this embodiment too, the valve needle 2 has a longitudinal opening 10 forming a portion of the fuel line. The fuel flows via radial bores 60 into a cavity 51 in the nozzle body 43 and from there to the sealing seat via the at least one helical groove 41.

The actuator 13 is also tubular in the embodiment shown in fig. 2 and is clamped between a first flange 14 and a second flange 15 by means of

a pretensioning element 19. When an electric voltage is applied to the actuator 13, it expands and displaces a conversion piston 16 upwards in fig. 2 towards the fuel inlet fitting 7. The hydraulic medium in a conversion chamber 21 of a hydraulic converter 20 is therefore displaced and pushes the flange 23 and consequently the valve needle 2 upwards in fig. 2 so that the valve closing member 3 lifts from the valve face 27 and unblocks the injection opening 45.

After the electric voltage applied to the actuator 13 is switched off, the latter contracts again, being compressed by the pretensioning element 19 surrounding the actuator 13, and the valve needle 2 is displaced downwards in fig. 2 by the restoring spring 9 until the valve closing member 3 is again resting against the valve face 27. It should be emphasised that, by means of the fuel injection valve 1 formed according to the invention, very short switching times can be achieved during both opening and closing.

The fuel injection valve 1 shown in fig. 2 is assembled in the following manner: firstly, all the components received by the housing part 6 are premounted. Lastly, the valve needle portion 2b at the injection end is connected to the valve needle portion 2a at the inlet end by a coupling piece 52 which will be described in further detail later. Subsequently, the nozzle body 43 is mounted and clamped by means of the clamping nut 46.

The connection between the valve needle portion 2a at the inlet end and the valve needle portion 2b at the injection end is shown on an enlarged scale in fig. 3. Fig. 3 shows the detail III from fig. 2.

As already described, the valve needle portion 2a at the inlet end has an axial longitudinal opening 10 which opens via radial bores 60. As can better be seen from fig. 3, the radial bores 60 open into grooves 53 each

formed in the boundary region between the two valve needle portions 2a and 2b in order to ensure better radial distribution of the fuel. Radial bores 54 extend through the coupling piece 52 so that the fuel ultimately passes into the cavity 51 in the nozzle body 43.

To connect the two valve needle portions 2a and 2b, the valve needle portion 2a at the inlet end has a first groove 55, while the valve needle portion 2b at the injection end has a second groove 56, each provided on the outer circumference. The coupling piece 52 has inwardly projecting detents 57 and 58 which engage in a locking manner in the grooves 55 and 56. A locked connection is thus produced between the two valve needle portions 2a and 2b, thus permitting easy assembly of the fuel injection valve 1.

The invention is not restricted to the embodiments shown. The concept of centrally guiding the fuel line through the tubular actuator 13 is also applicable to a plurality of structurally different fuel injection valves. Instead of the piezoelectric actuator 13, a magnetostrictive actuator can also be used.

Claims

1. A fuel injection valve (1), in particular an injection valve for fuel injection systems of IC engines, comprising
a piezoelectric or magnetostrictive actuator (13),
a valve closing member (3) actuatable by the actuator (13) by means of a valve needle (2) and co-operating with a valve face (27) to form a sealing seat, and
a fuel line (8, 10, 11, 12, 51, 60) leading from a fuel inlet fitting (7) to the sealing seat,
characterised in that
the actuator (13) is tubular and surrounds at least part of the fuel line (8, 10, 11, 12, 51, 60).
2. A fuel injection valve according to claim 1, characterised in that
the valve needle (2) extends through the tubular actuator (13) and has an axial longitudinal opening (10) so that the valve needle (2) forms a portion of the fuel line (8, 10, 11, 12, 51, 60).
3. A fuel injection valve according to claim 1 or 2, characterised in that
the valve needle (2) is formed in two parts and has a valve needle portion (2a) at the inlet end and a valve needle portion (2b) at the injection end connected to the valve closing member (3) or formed in one piece therewith.
4. A fuel injection valve according to claim 3, characterised in that
the valve needle portion (2a) at the inlet end has a flange (23), on which a restoring spring (9) is supported.
5. A fuel injection valve according to claim 3 or 4, characterised in that
the valve needle portion (2a) at the inlet end and the valve

needle portion (2b) at the injection end are connected to one another by a weld seam (17).

6. A fuel injection valve according to claim 3 or 4, characterised in that a coupling piece (52) is provided between the valve needle portion (2a) at the inlet end and the valve needle portion (2b) at the injection end and has a first detent (57) engaging in a groove (55) in the valve needle portion (2a) at the inlet end, and a second detent (58) engaging in a groove (56) in the valve needle portion (2b) at the injection end.
7. A fuel injection valve according to any one of claims 1 to 6, characterised in that the actuator (13) is radially surrounded by a pretensioning element (19).
8. A fuel injection valve according to any one of claims 1 to 7, characterised in that a hydraulic conversion device (20) is provided between the actuator (13) and the valve needle (2), and the actuator (13) acts on the conversion device (20) via a conversion piston (16).
9. A fuel injection valve according to claim 8, characterised in that the conversion device (20) has a hydraulic medium communicating with the conversion piston (16) via a first surface (A1) and with the valve needle (2) via a second surface (A2) which is smaller than the first surface (A1).
10. A fuel injection valve according to claim 9, characterised in that the hydraulic medium is fuel fed to the conversion device (20) in the fuel line (8, 10, 11, 12, 51, 60).

Abstract

A fuel injection valve (1), in particular an injection valve for fuel injection systems of IC engines, has a piezoelectric or magnetostrictive actuator (13). By means of a valve needle (2), the actuator (13) actuates a valve closing member (3) which co-operates with a valve face (27) to form a sealing seat. A fuel line (8, 10, 11, 12) leads from a fuel inlet fitting (7) to the sealing seat. The actuator (13) is tubular and surrounds at least part of the fuel line (8, 10, 11, 12).